

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-308397

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

G02B 26/02

(21)Application number : 05-258606

(71)Applicant : TEXAS INSTR INC <TI>

(22)Date of filing : 15.10.1993

(72)Inventor : GALE JR RICHARD O

(30)Priority

Priority number : 92 961997

Priority date : 15.10.1992

Priority country : US

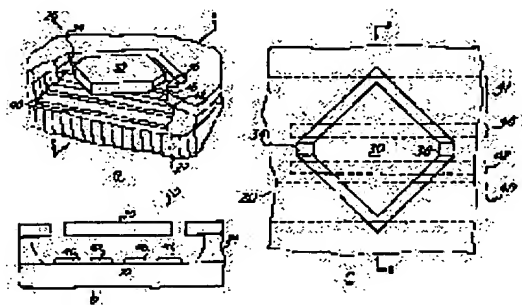
(54) BISTABLE DMD ADDRESS DESIGNATING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable address designation without using any resonance reset circuit of high voltage and high frequency and any switching device attached to that circuit and without generating any problem of adhesion, for a digital micromirror unit having the array of electromechanical picture elements.

CONSTITUTION: At the first stage of this method, respective picture elements are electromechanically latched in any selected stable state by applying a bias voltage having AC and DC components to the array of picture elements. Next, the new set of selective address voltages is applied to all the picture elements.

Continuously, the picture elements are electromechanically unlatched by removing the bias voltage. Next, the assumption of new state to the array of picture elements is enabled according to the new set of selective address voltages. Finally, the respective picture elements are electromechanically latched by resetting the bias voltage with the AC and DC components.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3492400

[Date of registration]

14.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-308397

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 26/02

識別記号

庁内整理番号

E 9226-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全10頁)

(21)出願番号 特願平5-258606

(22)出願日 平成5年(1993)10月15日

(31)優先権主張番号 961997

(32)優先日 1992年10月15日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 590000879

テキサス インスツルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス、ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72)発明者 リチャード オー.ゲイル, ジュニア
アメリカ合衆国テキサス州リチャードソ
ン, アカシア ストリート 2412

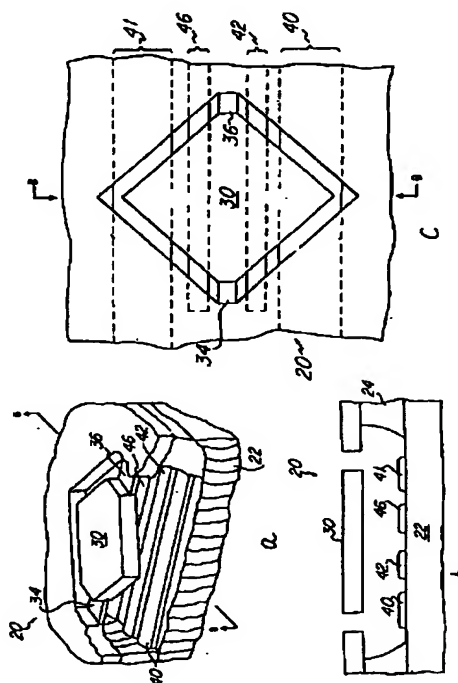
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 2安定DMDアドレス指定法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 電気機械的画素のアレイを有するデジタル・マイクロミラー装置を、高電圧、高周波数の共振リセット回路およびそれに付随するスイッチング装置を用い
ないで、かつ、粘着の問題点を有しないで、アドレス指
定する。

【構成】 この方法の第1段階は、画素のアレイにAC成分およびDC成分を有するバイアス電圧を加えることにより、画素のおのおのを選定された安定状態のいずれかに電気機械的にラッチングする段階、次に、画素のすべてに新しい組の選択的アドレス電圧を加える段階、次に、バイアス電圧を取り去ることにより、画素を電気機械的にアンラッチングする段階、次に、新しい組の選択的アドレス電圧に従って、画素のアレイに新しい状態を仮定することを可能にする段階、最後に、AC成分およびDC成分でバイアス電圧を再設定することにより、画素のおのおのを電気機械的にラッチングする段階である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1組の選択的地址電圧に従って、電気機械的画素のおおのが2個またはさらに多数個の選定された安定状態のいずれかを想定した、電気機械的画素のアレイをアドレス指定する方法であって、(イ) 前記画素の前記アレイにAC成分およびDC成分を有するバイアス電圧を加えることにより、前記画素のおおのが前記選定された安定状態のいずれかに電気機械的にラッチングする段階と、(ロ) 前記アレイの中のすべての前記画素に新しい組の選択的地址電圧を加える段階と、(ハ) 前記アレイから前記バイアス電圧を取り去ることにより、以前にアドレス指定されたそれらの状態から前記画素を電気機械的にアンラッチングする段階と、(ニ) 前記新しい組の選択的地址電圧に従って、前記画素の前記アレイに新しい状態を仮定することを可能にする段階と、(ホ) 前記バイアス電圧を再設定することにより、前記画素のおおのが電気機械的にラッチングする段階と、を有する、前記方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、デジタル・マイクロミラー装置(DMD)に関する。このデジタル・マイクロミラー装置はまた変形可能ミラー装置としても知られている。さらに詳細に言えば、本発明はこのような装置のアドレス指定する方法に関する。

【0002】

【従来の技術およびその問題点】DMDは、光学的情報処理装置、投影表示装置、および静電写真印刷装置の分野において、多くの応用を有している。L. ホーンベック名の論文「128×128変形可能ミラー装置」第30巻、IEEE, Tran. Elec. Dev. 539頁(1983年)を見よ。

【0003】前記ホーンベック名の論文に開示されている多数の応用は、米国特許第5,096,279号に開示されているように、2安定モードで動作するDMDを使用している。この米国特許第5,096,279号の内容は、本発明の中に取り込まれている。この米国特許第5,096,279号の内容の詳細は下記においてやや詳細に要約されるが、簡単に言えば、DMDの2安定モードでは、偏向可能なビーム、すなわち、偏向可能なミラーは、2つの着地角度 $\pm\theta_1$ のいずれかにまで偏向することができる。この偏向は、下にある電極にアドレス電圧を印加することにより行われる。いずれの着地角度($\pm\theta_1$)においても、偏向可能なミラーの端部は下にある装置基板と接触する。

【0004】米国特許第5,096,279号において、アドレス電圧に対する要求を低レベルにするために、アドレス電極に対してミラーにバイアス電圧が加えられる。このバイアス電圧は、エネルギー電位極小を生ずるのに役立つ。バイアスの大きさは、偏向可能ミラーと

それに付随するアドレス回路およびバイアス回路が、1個、3個、または、2個のエネルギー電位極小に対応して、それぞれ、単安定モード、3安定モード、または、2安定モード、のいずれで動作するかを決定する。要求されるバイアス電圧はまた、バイアスの大きさと共に変わる。典型的なバイアス電圧は、アドレス電圧が5V CMOS限界で動作できるように選定される。例えば、バイアスがなくて動作する典型的なDMDは、16ボルトのアドレスを要求する。-10Vのバイアスでは、DMDは3安定モードで動作し、そして、+10Vアドレスを要求する。-16Vのバイアスでは、DMDは2安定モードで動作し、そして、+5Vアドレスを要求する。この例で明かなように、標準的な5V CMOSアドレス回路と両立するために、2方向動作とアドレス指定を要求する2安定モードで動作することが必要である。バイアス電圧が偏向可能ミラーに加えられる時、正規動作の限界内でアドレス電極がこれ以上変化しても、偏向可能ミラーの状態に変化をもたらさない。それは、ミラーが存在している安定状態と、2安定モードで存在する他の安定状態との間の、電位エネルギー障壁を乗り越えるには、このアドレス電圧は不十分であるからである。安定状態を変更するためには、バイアス電圧を取り去って、偏向可能ミラーがアドレス電極の電圧に応答できることが必要である。

【0005】先行技術のDMDの場合、偏向可能ミラーが偏向されそしてDMD基板の上の着地用パッドと接触する時、ミラーのアドレス指定された状態を変更することを可能にするためには、高電圧、高周波数の共振リセット・シーケンスを加えることが必要であることが分かった。このリセット・シーケンスは、ファン・デル・ワールス力または表面の汚染により生ずる粘着の問題点を解決するために採用された。これらの粘着の問題点は、ビームの下のアドレス電極の状態がどのように変わってもそれには関係なく、ビームが状態を変えることに抵抗する原因となる。

【0006】

【問題点を解決するための手段】ミラーおよび着地用電極が持続した方式で接触することが長ければ長い程、画素を解除するのにますます高いリセット電圧が必要であることの認識に本発明は基づく。ミラーおよび着地用電極が持続した方式で接触している時間の長さは、滞留時間と呼ばれる。滞留時間がミリ秒から秒の領域にある場合、典型的なリセット電圧は12V~25Vの範囲内にある。本発明はこの滞留時間をできるだけ短くすることを探求し、それにより、必要なリセット電圧を小さくする、または、高電圧、高周波数の共振リセットを全くなくする。

【0007】本発明の1つの好ましい実施例では、前記の正規のDCバイアス信号の上に、AC信号を重ねる。この方式で、下にあるDMD基板と、長くて持続した接

10

20

30

40

50

触をすることなく、ミラーをその完全偏向角度（ $\pm \theta_1$ ）まで傾斜させることができる。このAC信号は比較的小さな振幅を有するように定めることにより、マイクロミラーの光学的特性は影響を受けない。それは、重ねられた小さなミラー偏向角度が、ミラーの着地角度（ $\pm \theta_1$ ）にまでアドレス指定された偏向に比べて、微々たるものであるからである。なお、AC信号は、ミラーとDMD基板との間の接触を周期的に中断するのに十分な大きさの振幅を有するように定めることができ、それにより、ミラーとDMD基板との間の粘着の原因となり得るそれらの間の化学的接合および湿気の凝縮が防止される。

【0008】本発明の好ましい実施例により、1組の選択的地址電圧に従って、画素のおおのが2個またはそれより多数個の選定された安定状態のいずれかを想定した、偏向可能なビームを備えた電気機械的画素のアレイを有するデジタル・マイクロミラー装置（DMD）をアドレス指定する方法が得られる。この好ましい方法の第1段階は、画素のアレイにAC成分およびDC成分を有するバイアス電圧を加えることにより、画素のおおのが前記選定された安定状態のいずれかに電気機械的にラッチングする段階である。第2段階は、このアレイの中の画素のすべてに新しい組の選択的地址電圧を加える段階である。第3段階は、このアレイからバイアス電圧を取り去ることにより、画素を以前にアドレス指定されたそれらの状態から電気機械的にアンラッチングする段階である。第4段階は、新しい組の選択的地址電圧に従って、画素のアレイに新しい状態を仮定することを可能にする段階である。第5段階は、AC成分およびDC成分でバイアス電圧を再設定することにより、画素のおおのが電気機械的にラッチングする段階である。

【0009】高電圧、高周波数の共振リセット回路とそれに付随するスイッチング装置を省略できることは、特性を劣化させることなく、装置を大幅に単純化し、そしてコストを大幅に下げることになる。実際には、リセット・シーケンスを加えるのに要する時間が省略できるので、そしてその時間をデータを表示するために用いることができるので、特性はわずかに改良されるはずである。

【0010】

【実施例】本発明およびその利点をさらに完全に理解するために、下記において、添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0011】添付図面を参照しての下記説明において、図面は異なっても対応する部品には、特に断らない限り、対応する番号および対応する記号が用いられる。

【0012】図1a～図1cは、好ましい実施例のミラーの、それぞれ、立体図、横断面図、および、平面図である。これらの図面に示されているように、画素20

は、基板22の上の電極42または46と、ビーム30との間に電圧を加えることにより、動作する。ビーム30とこれらの電極は、空隙コンデンサの2個の極板を構成し、そして、電圧を加えることにより、これらの極板に誘起される反対符号の電荷によって、ビーム30を基板22に引き付ける静電引力が働く。その際、電極40および41はビーム30と同じ電圧に保たれる。電極42、46とビーム30との間の静電引力により、ビーム30はヒンジ34および36のところで振れ、それにより、ビーム30は基板22に向って偏向する。

【0013】図2は、電極42に正電圧を加えることにより、最小の間隙を有する領域に誘起電荷が集中し、それにより偏向したビーム30を示した概要図である。20ボルトないし30ボルトの電圧が加えられた場合、偏向の大きさは角度で 2° の程度である。もちろん、もしヒンジ34がもっと長く、またはもっと薄く、またはもっと細く作成されるならば、ヒンジ34のコンプライアンス弾性定数はヒンジの幅に逆比例し、および、ヒンジの長さの2乗に比例し、および、ヒンジの厚さの3乗に比例するので、偏向の大きさは増大するであろう。DMDがその2安定モードで動作する場合、ビーム30が着地用電極40、41の上でDMD基板に接触する点での着地角度 $\pm \theta_1$ によって、ビーム30の偏向が定められるように、ビームが設計される。ビーム30の厚さは、処理工程期間中に発生する表面応力によるビーム30の振れが大幅でないように選定されるが、しかし、ヒンジ34の厚さは、コンプライアンス弾性定数が大きな値を有するようにも選定されることに注目されたい。図2はまた、DMDの動作期間中に起こり得る、偏向したビーム30での光の反射をも示している。

【0014】図3a～図3cは、5個のリセット・パルスのパルス列を用いた、先行技術によるリセット法の図面である。この先行技術によるリセット法の1つの典型的な波形が、図3aに示されている。この先行技術によるリセット法にパルス列を用いることにより、このパルス列の周波数を調節することが可能になる。具体的に言えば、もしパルス列周波数が振りヒンジ屈曲（非回転的曲がり）に対する共振周波数の近傍にあるならば、最大のエネルギーが屈曲モードに転送され、そして、非常に小さなリセット電圧を用いることができる。図3bは、好ましい第1実施例と同様な画素を840個備えた画素の直線状アレイを有する特定のDMDに、先行技術によるパルス列リセットを加えた場合、リセットのために必要な最小電圧を周波数の関数として示したグラフである。図3cは、パルスの周波数が共振周波数である時、リセット・パルス列の中のパルスの数の効果を示したグラフである。パルスの数が5まで増加する時、最小リセット電圧が減少することが観察され、そして、パルス数が5を越えるとそれ以上の減少は起こらないことが観察される。パルス数が5個以上の場合、明らかに、運動エネル

ギが十分に大きく、空気による減衰効果によるエネルギーが、付加されるパルスに対して取得されるエネルギーに丁度均衡する。この先行技術によるリセット法は最小リセット電圧を約20ボルトまで減少させるが、高電圧、高周波数の共振リセット・パルス列を発生するための回路を構成する際、いくつかの困難が存在することに注目すべきである。

【0015】図4は、先行技術のリセット・パルスと回路を不必要とする、本発明のバイアス法の図面である。米国特許第5,096,279号は、典型的な2安定DMDのアドレス指定方式とバイアス方式を詳細に開示している。この特許の内容は本発明の中に取り込まれている。要約をすれば、好ましい回転の方向を設定することにより、2安定画素20をアドレス指定することができる。もしアドレス電極42および46の両方がアースされるならば、小さな擾乱がビーム30をランダムに回転させ、そして、ビーム30と着地用電極40および41に差動バイアス V_d を加えると、着地用電極40、41の一方に急に傾く。けれども、差動バイアス V_d を印加する前、もしアドレス電極46が1つの電位にセットされるならば、ビーム30を着地用電極41に向けて回転させるような回転力が生ずるであろう。対称的に、アドレス電極42にトリガ電位を加えるならば、差動バイアス V_d を印加することでビーム30が着地用電極40へ回転するであろう。

【0016】なお図4において、本発明の好ましい実施例では、前記のような正規のDCバイアス信号 V_0 の上に、AC信号を重ねることができる。このAC信号は、小さな振幅 V_1 を有する。この振幅 V_1 は、最適な特性を得るために、変えることができる。もちろん、(正弦波または三角波のような)他の形状の信号を用いることができる。 V_0 が保持されている限り、アドレス電極の状態にかかわらず(アドレス電極42、46に加えられた電圧が、バイアス電圧 V_0 によりこのビームが保持されている電位ウェルを乗り越えるのに不十分である限り)、ビーム30は1つの安定状態に止まる。このように、ビーム30を、すなわち、マイクロミラー30を、下にあるDMD基板と長くかつ持続して接触をすることなく、その完全偏向角度($\pm \theta_1$)にまで傾斜させることができる。AC信号が比較的小さな振幅 V_1 を有するように定めることにより、マイクロミラー30の光学的特性は影響を受けない。それは、マイクロミラー30の小さな重ねられた偏向は、ミラー着地角度($\pm \theta_1$)にアドレスされた偏向に対して、微々たるものであるからである。なお、AC信号を十分に大きな振幅 V_1 を有するように定めることもできる。それにより、ミラーとDMD基板との間の接触を周期的に中断させ、そして、マイクロミラー30とDMD基板との間の粘着の原因となる、化学的接着の形成と湿気の凝縮を防止することができる。AC信号の周期 τ_r は、振りヒンジ屈曲(非回転

的曲がり)に対する共振周波数の逆数であることが好ましい。好ましい実施例では、 τ_r は約 $0.2 \mu s$ である。ビデオ・フレーム周期 τ_f が完了すると、ビーム30からバイアス電圧 V_0 が取り去られ、そして、ビーム30はゼロ電位にセットされ、ミラーのアンラッチ時間間隔 t_1 が始まる。この時間間隔 t_1 の間、ビーム30は中立位置にあると仮定される。アンラッチ時間間隔 t_1 の期間中、オプションとして、低電圧リセット・パルス列として作用させるために、AC信号をなお加えることができる。再び、このAC信号の振幅 V_2 および周期は、動作を最適にするために、調節することができる。この信号の周期は τ_r であることが好ましい。十分に長い周期の後、好ましい実施例では約 $12 \mu s$ ないし $15 \mu s$ の後、バイアス電圧 V_0 がビーム30と電極40、41に再び加えられる。ミラー・ラッチング時間間隔 t_2 の間、これらのミラーはそれらの新しい位置をとる。ラッチング時間間隔 t_2 の後、これらのミラーはそれらの新しくアドレスされた位置に落ち着き、そして、新しいデータをDMDにアドレスすることができる。このラッチング時間間隔 t_2 は、典型的には、約 $12 \mu s$ ないし $15 \mu s$ である。ミラー・ラッチング時間間隔 t_2 の間、(もしミラー・ラッチング時間間隔が適当に短いならば)AC信号を加えることができる、または、加えないことができる。ビデオ・フレーム周期 τ_f の残りの期間中、画素20は以前のビデオ・フレームの期間中に設定されたそれらの安定状態に保持され、一方、新しいデータが更新され、そして、この新しいデータがアドレス電極42、46に加えられる。

【0017】リセット電圧をできるだけ小さくする、または、なくすることのまた別の利点は、DMDチップの上での誘電的故障を最小にすること、および、電源の複雑さを小さくすることである。前記のように、高電圧で高周波数の共振リセット回路とそれに付随するスイッチング装置とが省略できることは、装置の特性を損なうことなく、装置を大幅に単純にし、および、コストを低下させる。実際、リセット・シーケンスを適用するのに要する時間を省略することができ、そして、データを表示するのに用いることができるので、特性はわずかに改良されるはずである。

【0018】図5a~図5cは、好ましい実施例の画素20の直線状アレイ310を用いた電気写真印刷装置350の概要図である。この装置350は、光源および光学装置352と、アレイ310と、結像レンズ354と、光伝導ドラム356とを有する。図5aはこの装置の立体図、図5bは正面図、図5cは平面図である。光源352から放射された光は薄板の形状358を有し、そして、この光が直線状アレイ310を照射する。画素20の間の領域からの光は薄板の形状360を有し、この光は鏡面反射された薄板の形状の光である。負の方向に偏向されたビームから反射された光は、薄板の形状3

61を有する。正の方向に偏向されたビームから反射された光は、薄板の形状362の中にある結像レンズ354を通り、そして、ドラム356の上のライン364の上に一連のドットとして集光する。これらのドットのおのおのは、それぞれ、偏向したビーム30に対応する。デジタル化されそしてラスタ走査されたフォーマットを有する、テキストの1頁またはグラフィックス情報の1つのフレームは、一度に1つのラインの情報をアレイ310に送ることにより、ドラム356が回転する時、ドラム356の上にこれらのドットが一度に1つのライン364を構成して印刷することができる。これらのドットの画像は、静電写真のような標準的な技術により、紙に転写される。ビーム30が着地用電極41の上にある時、もしビーム30の偏向角が0であるならば、薄板の形状の光358の入射角が直線状アレイ310の垂線に対し20°であれば、薄板状の光362は直線状アレイ310に垂直である。この配置が図5bに示されている。この配置では、結像用レンズ354を直線状アレイ310に垂直に配置することができる。正の方向に偏向したビームのおのおのは、3個のビームに対して図5cの概要図に示されているように、結像用レンズ354の上に光源352の画像355を生ずる。

【0019】図6a～図6cは、好ましい実施例のミラーのアレイの一部分の、それぞれ、平面図、隠された主要な特徴を示した平面図、詳細な横断面図である。この好ましい実施例の構造体は、多重レベル変形可能ミラー構造体を使用する。この構造体の製造法は、米国特許第5,083,857号に開示されている。図6aに示されているように、この構造体により、与えられた画素寸法に対し、回転可能な反射表面の非常に改良された領域が得られる。下にあるヒンジ、アドレス電極、および着地用電極は、図6bの点線で示されている。ビーム支持ポスト201は、ビーム200を下にある振りヒンジ401にしっかりと連結する。下にあるヒンジと電極が図6bに詳細に示されている。ビーム支持ポスト201は、ポスト406に連結されたヒンジ401の制御の下で、ビーム200を回転することを可能にする。このことにより、ポスト403によって支持された電極の制御の下で、回転可能な表面(ビーム)200が回転することができる。ビーム200は着地用電極405と接触して着地する。接触体402は基板の上で延長されており、そして、下にあるアドレス電子装置と接触している。この装置の構成と動作は、下記で説明される。図6cは、ビーム200が着地角度 $-\theta_1$ に回転した表面200aと、着地角度 $+\theta_1$ に回転した表面200bとを示す。図6cにはまた、運動(200a、200b)を制御するアドレス電極404と、ビーム200のシーズン運動の他端に配置された着地用電極405とが示されている。ビーム200の回転運動を制御する方式は、1990年11月26日受付の米国特許第5,096,2

79号に詳細に開示されている。

【0020】隠されたヒンジ・アーキテクチャに対する工程順序が、図7a～図7dに示されている。この工程順序には、5個の層(ヒンジ・スペーサ、ヒンジ、電極、ビーム・スペーサ、ビーム)が含まれる。具体的には、図7aにおいて、この工程は完成したアドレス回路503を備えた基板で開始する。この基板は、アドレス回路の保護酸化物501の中に作成された接触体開口部を有する。アドレス回路は、典型的には、2個の金属層/ポリCMOS工程である。接触体開口部により、第2レベル金属(METL2)502接合パッドおよびMETL2アドレス回路出力接続点との接続が可能になる。

【0021】なお図7aにおいて、アドレス回路の上にヒンジ・スペーサ701が回転沈着され、そして、このヒンジ・スペーサがパターンに作成され、ヒンジ支持ポストと電極支持ポストと接触体とを形成するホール702が作られる。このスペーサの厚さは、典型的には、0.5 μ mである。このスペーサは、後での処理工程段階での流動と泡立ちを防止するために、200℃の温度で深くUV硬化されたポジティブな光耐性体である。

【0022】図7bに示されているように、次の2つの層703および704が、いわゆる、埋め込みヒンジ工程により、作成される。このヒンジを作成するアルミニウム合金が、ヒンジ・スペーサの上にスパッタ沈着される。この合金の厚さは、典型的には、750オングストロームである。この合金の組成は、0.2%Ti、1%Si、残りはAlである。マスク用酸化物がプラズマ沈着され、そして、パターンに作成されて、ヒンジ401の形状が作られる。次に、このヒンジ酸化物が第2アルミニウム合金層704により埋め込まれる。この第2アルミニウム合金層(その典型的な厚さは3000オングストロームである)は電極を作成するためのものである。

【0023】なお図7bにおいて、マスク用酸化物がプラズマ沈着され、そして、パターンに作成されて、電極404と、電極支持ポスト406と、ビーム接触体金属405との形状が作られる。次に、1回のプラズマ・アルミニウム・エッチングを用いて、ヒンジと、電極と、支持ポストと、ビーム接触体金属とがパターンに作成される。ヒンジ領域の上にある電極金属がエッチングにより除去され、埋め込みヒンジ酸化物が露出される。この埋め込みヒンジ酸化物は、エッチング停止体として作用する。プラズマ・アルミニウム・エッチングが完了した時、薄いヒンジ金属の領域703と厚い電極金属の領域704とが、同時にパターンに作成される。次に、マスク用酸化物がプラズマ・エッチングにより除去される。

【0024】次に図7cに示されているように、ビーム・スペーサ705がヒンジと電極の上に回転沈着され、そして、パターンに作成されて、ビーム支持ポスト201を形成するホールが作成される。スペーサ705はビ

10

20

30

40

50

ームの振り角度偏向を決定する。スペーサ705はポジティブな光耐性体であり、その典型的な厚さは1.5ミクロンである。このスペーサは、後での処理工程段階での流動および泡立ちを防止するために、180℃の温度で深くUV硬化される。この硬化工程において、ヒンジ・スペーサ701の劣化は起こらないことを断っておく。それは、ヒンジ・スペーサはさらに高い温度(200℃)で硬化されているからである。次に、ビーム(その典型的な厚さは4000オングストロームである)を作成するためのアルミニウム合金が、ビーム・スペーサ705の上にスパッタ沈着される。次に、マスク用酸化物707がプラズマ沈着され、そして、パターンに作成され、ビームの形状が作られる。次に、このビームがプラズマ・エッチングされて、それにより、ビームとビーム支持ポストとが作成される。ビーム200の上のマスク用酸化物707が所定の位置に残る。次に、このウェハがPMMAで被覆され、そして、チップ・アレイに切断され、そして、クロロベンゼンでパルス回転洗浄が行われる。最後に、これらのチップがプラズマ・エッチング容器の中に配置され、そこで、マスク用酸化物707が除去され、および、スペーサ層701および705が完全に除去され、それにより図7dに示されているように、ヒンジおよびビームの下の間隙が作成される。

【0025】本発明は特定の実施例に基づいて説明されたけれども、前記説明は本発明がそれらに限定されることを意味するものではない。前記実施例を種々に変更した実施例、および、また別の実施例の可能であることは、当業者には前記説明から容易に理解されるであろう。したがって、本発明の範囲は、このような変更実施例をすべて包含するものである。

【0026】少数の好ましい実施例が前記において詳細に説明された。本発明の範囲は、前記説明とは異なるが請求項になお含まれる実施例をも包含するものと理解しなければならない。包含という用語は、本発明の範囲を考察する際、非網羅的であると解釈されるべきである。本発明による装置は、シリコン、ヒ化ガリウム、または他の電子材料群で作成された個別部品または完全に集積化された回路を用いて、および、光学に基づく形式または他の技術に基づく形式の実施例で実行することができる。本発明の種々の実施例は、ハードウェア、ソフトウェア、または、マイクロコード化されたファームウェアにおいて用いることができる、または実施することができることを理解すべきである。

【0027】本発明が、例示された実施例を参照して説明されたけれども、このことは本発明の範囲が前記説明に限定されることを意味するのではない。例示された実施例を種々に変更した実施例および種々に組み合わせた実施例、または、本発明の他の実施例の可能であることは、当業者には前記説明からすぐに理解されるであろう。したがって、本発明は、これらの変更実施例および

他の実施例をすべて包含するものである。

【0028】以上の説明に関して更に以下の項を開示する。

(1) 1組の選択的アドレス電圧に従って、電気機械的画素のおのおのが2個またはさらに多数個の選定された安定状態のいずれかを想定した、電気機械的画素のアレイをアドレス指定する方法であって、(イ) 前記画素の前記アレイにAC成分およびDC成分を有するバイアス電圧を加えることにより、前記画素のおのおのを前記選定された安定状態のいずれかに電気機械的にラッチングする段階と、(ロ) 前記アレイの中のすべての前記画素に新しい組の選択的アドレス電圧を加える段階と、(ハ) 前記アレイから前記バイアス電圧を取り去ることにより、以前にアドレス指定されたそれらの状態から前記画素を電気機械的にアンラッチングする段階と、(ニ) 前記新しい組の選択的アドレス電圧に従って、前記画素の前記アレイに新しい状態を仮定することを可能にする段階と、(ホ) 前記バイアス電圧を再設定することにより、前記画素のおのおのを電気機械的にラッチングする段階と、を有する、前記方法。

【0029】(2) 第1項記載の方法において、前記加える段階が前記電気機械的アンラッチング段階の前に行われる、前記方法。

(3) 第1項記載の方法において、前記ビームが下にある基板と周期的に接触するように前記AC成分およびDC成分が調整される、前記方法。

(4) 第1項記載の方法において、前記画素が偏向可能なビームを有し、かつ、前記AC成分が前記ビームの電気機械的共振周波数と同じ周波数を有するように選定される、前記方法。

(5) 第1項記載の方法において、前記可能にする段階の持続時間が10μsないし20μsである、前記方法。

(6) 第1項記載の方法において、前記DC成分が約16ボルトである、前記方法。

(7) 第1項記載の方法において、前記DC成分が負の極性を有する、前記方法。

(8) 第1項記載の方法において、前記AC成分が約5ボルトである、前記方法。

(9) 第1項記載の方法において、前記電気機械的ラッチング段階の持続時間が10μsないし20μsである、前記方法。

【0030】(10) 1組の選択的アドレス電圧に従って、電気機械的画素のおのおのが2個またはさらに多数個の選定された安定状態のいずれかを想定した、偏向可能なビームを備えた電気機械的画素のアレイを有するデジタル・マイクロミラー装置(DMD)をアドレス指定する方法であって、(イ) 前記画素の前記アレイにAC成分およびDC成分を有するバイアス電圧を加えることにより、前記画素のおのおのを前記選定された安

定状態のいずれかに電気機械的にラッチングする段階と、(ロ) 前記アレイの中のすべての前記画素に新しい組の選択的アドレス電圧を加える段階と、(ハ) 前記バイアス電圧の前記DC成分を取り去ることにより、以前にアドレス指定されたそれらの状態から前記画素を電気機械的にアンラッチングする段階と、(ニ) 前記新しい組の選択的アドレス電圧に従って、前記画素の前記アレイに新しい状態を仮定することを可能にする段階と、(ホ) 前記バイアス電圧の前記DC成分を再設定することにより、前記画素のおおのを電気機械的にラッチングする段階と、を有する、前記方法。

【0031】(11) 第10項記載の方法において、前記加える段階が前記電気機械的アンラッチング段階の前に行われる、前記方法。

(12) 第10項記載の方法において、前記ビームが下にあるDMD基板と周期的に接触するように前記AC成分およびDC成分が調整される、前記方法。

(13) 第10項記載の方法において、前記AC成分が前記ビームの電気機械的共振周波数と同じ周波数を有するように選定される、前記方法。

(14) 第10項記載の方法において、前記可能にする段階の持続時間が10 μ sないし20 μ sである、前記方法。

(15) 第10項記載の方法において、前記DC成分が約16ボルトである、前記方法。

(16) 第15項記載の方法において、前記DC成分が負の極性を有する、前記方法。

(17) 第10項記載の方法において、前記AC成分*

特許番号

受付日

TIケース番号

第5,096,279号

1990年11月26日

TI-14481A

第5,083,857号

1990年6月26日

TI-14568

【図面の簡単な説明】

【図1】好ましい実施例の画素の機能図であって、Aは立体図、Bは横断面正面図、Cは平面図。

【図2】好ましい実施例のミラーの偏向を示した図。

【図3】先行技術によるDMDに対する高電圧、高周波数の共振リセットの先行技術による方法の図であって、Aはパルスの波形の図、Bは周波数の関数としての最小リセット電圧のグラフ、Cはパルス数の関数としての最小リセット電圧のグラフ。

【図4】高電圧、高周波数の共振リセットが必要でない、好ましい実施例のミラーに対するバイアス法の図。

【図5】好ましい実施例のDMDを静電写真印刷のために使用した概要図であって、Aは立体図、Bは横断面

* が約5ボルトである、前記方法。

(18) 第10項記載の方法において、前記電気機械的ラッチング段階の持続時間が10 μ sないし20 μ sである、前記方法。

【0032】(19) 本発明の好ましい実施例により、1組の選択的アドレス電圧に従って、画素20のおおのが2個またはさらに多数個の選定された安定状態のいずれかを想定した、偏向可能なビーム30を備えた電気機械的画素20のアレイを有するデジタル・マイクロミラー装置(DMD)をアドレス指定する方法が得られる。前記好ましい方法の第1段階は、画素20の前記アレイにAC成分およびDC成分を有するバイアス電圧を加えることにより、前記画素20のおおのを前記選定された安定状態のいずれかに電気機械的にラッチングする段階である。第2段階は、前記アレイの中の前記画素20のすべてに新しい組の選択的アドレス電圧を加える段階である。第3段階は、前記アレイから前記バイアス電圧を取り去ることにより、前記画素20を以前にアドレス指定されたそれらの状態から電気機械的にアンラッチングする段階である。第4段階は、前記新しい組の選択的アドレス電圧に従って、画素20の前記アレイに新しい状態を仮定することを可能にする段階である。第5段階は、前記AC成分および前記DC成分で前記バイアス電圧を再設定することにより、前記画素20のおおのを電気機械的にラッチングする段階である。他の装置および他の方法もまた開示される。

【0033】共通に譲渡された下記の出願中特許の内容は、本発明の中に取り込まれている。

図、Cは側面図。

【図6】好ましい実施例のミラーの概要図であって、Aは好ましい実施例のミラーのアレイの一部分の平面図、Bは主要な隠れた特徴を示した好ましい実施例のミラーの平面図、CはBに示されたのと同じ好ましい実施例のミラーの詳細な横断面図。

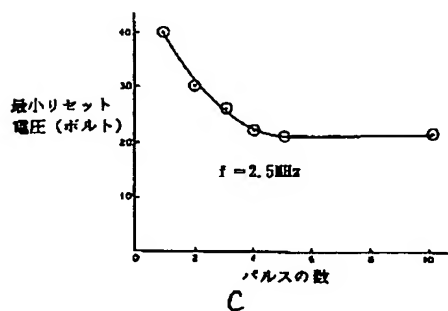
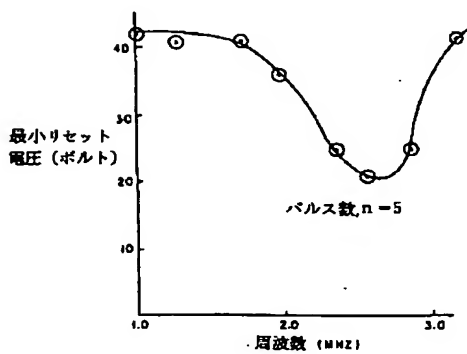
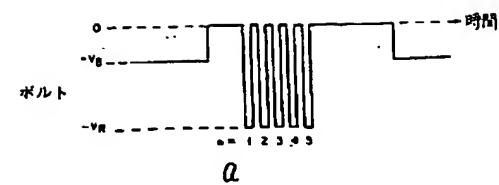
【図7】好ましい実施例のミラーの製造法を示す部分横断面図であって、A～Dは製造の逐次の段階を示す部分横断面図。

【符号の説明】

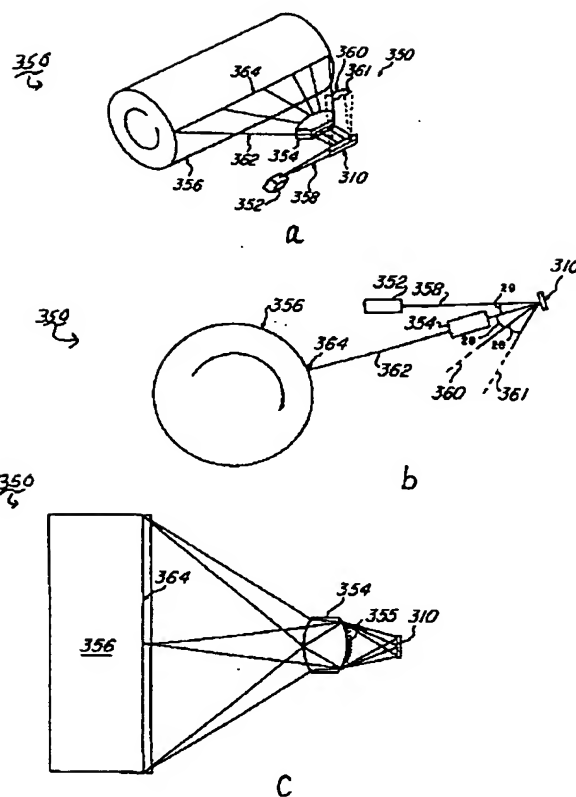
20 電気機械的画素

30 偏向可能なビーム

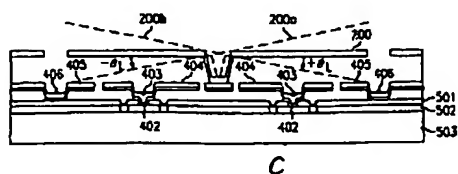
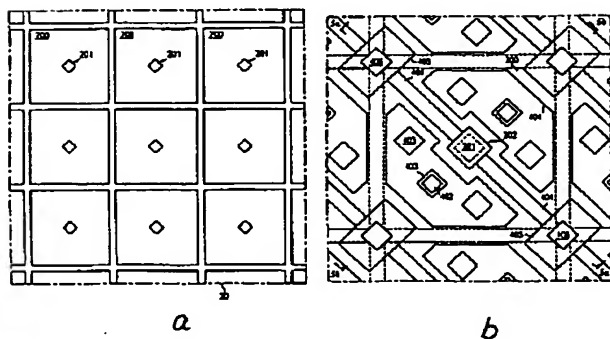
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

